

Características anatômicas da madeira de *Handroanthus cryshotchus* submetida ao processo de modificação térmica

Tauana de Souza Mangini¹ Luana Candaten^{1*} Eduarda Bandeira¹ Laura da Silva Zanchetta¹
Rômulo Trevisan¹ Elder Eloy¹

¹Universidade Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen, Linha Sete de Setembro, s/n, CEP 98400-000, Frederico Westphalen, RS, Brasil.

Original Article

*Corresponding author:
luana_candaten@outlook.com

Palavras-chave:

Elementos anatômicos

Qualidade da madeira

Tratamento térmico

Keywords:

Anatomical elements

Wood quality

Heat treatment.

Received in

2020/06/02

Accepted on

2021/06/21

Published in

2021/08/31



DOI: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v8i2.10555>



RESUMO: A expansão da indústria de produtos madeireiros resulta na demanda por espécies com características tecnológicas e anatômicas ideais principalmente para exportação. Diante disso, espécies nativas surgem como alternativa para substituição de espécies exóticas usualmente empregadas. Com vistas a melhoria das propriedades desse material, alguns métodos como a modificação térmica. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi analisar as características anatômicas da madeira de *Handroanthus chrysotrichus* submetida ao processo de modificação térmica. Para tanto, o tratamento térmico foi aplicado em estufa com circulação de ar forçada nas temperaturas de 120, 150, 180 e 210 °C durante 4 h. Posteriormente, foram confeccionadas e analisadas lâminas histológicas e de macerado. Os resultados obtidos revelaram que a modificação térmica alterou a estrutura anatômica da madeira de Ipê-amarelo ficando comprovado que as temperaturas que mais afetam os caracteres anatômicos da espécie variam entre 150 e 180 °C.

Handroanthus chrysotrichus anatomical characteristics of thermal modified wood

ABSTRACT: The expansion of the wood products industry results in the demand for species with technological and anatomical characteristics ideal mainly for export. In view of this, native species appear as an alternative to replace exotic species usually used. In order to improve the properties of this material, some methods such as thermal modification. Thus, the objective of the work was to analyze the anatomical characteristics of the *Handroanthus chrysotrichus* wood submitted to the process of thermal modification. Therefore, the heat treatment was applied in an oven with forced air circulation at temperatures of 120, 150, 180 and 210 °C for 4 h. Subsequently, histological and macerate slides were made and analyzed. The results obtained revealed that the thermal modification altered the anatomical structure of the Ipê-Amarelo wood, proving that the temperatures that most affect the anatomical characters of the species vary between 150 and 180 °C.

Introdução

O comércio de produtos oriundos de madeira vem se expandindo de forma acelerada, o que ocasiona a demanda por matéria-prima com características tecnológicas desejáveis principalmente para exportação como, por exemplo, densidade elevada, durabilidade natural e resistência mecânica (San et al. 2016). Os dados apresentados pelo Serviço Florestal Brasileiro mostram que o comércio de alguns produtos florestais madeireiros e não-madeireiros praticamente dobrou de 2017 até 2020 (SNIF, 2020).

Dessa forma, novas possibilidades relacionadas à avaliação do potencial de espécies nativas ampliam suas possibilidades de uso, igualando-se as espécies exóticas que são mais comumente aplicadas na construção civil (Costa et al. 2017). Assim, por possuir madeira dura, flexível e resistente, a espécie *Handroanthus chrysotrichus*, denominada popularmente como Ipê-amarelo e pertencente à família Bignoniaceae (Carvalho 2006), compreende altos índices de exportação para a Europa, Ásia e Estados Unidos (Teixeira et al. 2017).

Entretanto, cabe salientar que essa demanda, muitas vezes, é consequência de fraudes, as quais resultam em venda e extração ilegal dessa matéria-prima. No Brasil, observa-se que a quantidade de madeira de Ipê retirada da área de manejo na Amazônia é além da permitida por licenças ambientais, gerando numerosas importações ilegais (Brancaion et al. 2018). Esses autores abordaram que, esse material é destinado para diversos fins, tendo como principal implicação a qualidade estética e mecânica dificilmente encontrada em outras espécies.

Pelo fato de cada espécie produzir elementos anatômicos e características físicas e mecânicas da madeira distintas, gera um comportamento tecnológico único em relação ao seu uso e aplicação (Bonduelle et al. 2015). Isto ocorre pela influência direta das dimensões das fibras e vasos na densidade e variação dimensional, que variam no sentido radial e longitudinal do tronco das árvores, além da variação que ocorre em decorrência da umidade relativa do ar (Freitas et al. 2015; Gallio et al. 2016)

Aliado a essas características e com vistas ao incremento nas propriedades tecnológicas, a madeira pode ser submetida a tratamentos como a modificação térmica, a qual é considerada um método ecologicamente correto e que vem sendo amplamente difundido (Herrera et al. 2015). Essa técnica, comumente empregada na Europa (Delucis et al. 2014), tem como finalidade a melhoria estética do material utilizado em decks e painéis decorativos (Araújo et al. 2012). Tal procedimento atua, ainda, de maneira direta na resistência biológica e higroscopicidade da madeira que, em estado natural, é susceptível a alterações dimensionais (Severo et al. 2016). De maneira geral, o tratamento consiste na submissão da madeira a temperaturas entre 120 e 200

°C, com o objetivo de promover alterações químicas nos polímeros de celulose, hemiceluloses e lignina resultando em um material com características diferenciadas quando comparado a lenho em condições normais (Yalcin e Sahin 2015; Modes et al. 2017).

A literatura possui uma quantidade expressiva de pesquisas que abordam os efeitos do tratamento térmico nas propriedades da madeira, porém pouco se conhece a respeito das mudanças anatômicas decorrentes do processo em diferentes espécies (Awoyemi e Jones 2011), o que dificulta a comparação de resultados. Além disso, o estudo dessas particularidades é de extrema importância, pois influencia diretamente no ganho quantitativo e qualitativo do lenho, proporcionando índices de qualidade das madeiras produzidas (Talgatti et al. 2020). Deste modo, o objetivo do trabalho foi analisar as características anatômicas da madeira de *Handroanthus chrysotrichus* submetida ao processo de modificação térmica.

Material e métodos

Foram abatidas 4 árvores de *H. chrysotrichus* com 11 anos de idade, provenientes do município de Frederico Westphalen, RS, confeccionaram-se amostras de 2,5 x 2,5 x 41 cm (comprimento, largura, espessura respectivamente), as quais foram acoplados em estufa com circulação de ar forçada, modelo MA035 da marca Marconi, nas temperaturas de 120, 150, 180 e 210 °C, por um período de 4 h. Sendo que, todos os corpos-de-prova receberam a mesma variação de temperatura dentro da estufa.

Após o término do procedimento selecionaram-se 3 corpos-de-prova de cada tratamento aplicado juntamente com uma amostra testemunha, sem exposição à temperatura, de forma inteiramente casualizada. Os mesmos foram utilizados na confecção de porções menores com dimensões de 1 x 1 x 1,5 cm, sendo empregadas na elaboração de 8 lâminas de macerado e 8 histológicas, de acordo com cada temperatura.

Para a montagem das lâminas de macerado foi empregado o método do ácido nítrico-acético na proporção 5:1 proposto por Franklin (1945). Assim, os corpos de prova foram cortados em pequenos filetes de madeira e acondicionados a um tubo de ensaio juntamente com a solução já preparada. Os recipientes passaram pelo processo de fervura em banho-maria durante aproximadamente 45 min e depois, o material foi alocado em funil com papel filtro, onde ocorreu a lavagem com água destilada por 5 vezes.

Em seguida, foi adicionado Safranina 1% para coloração das fibras e álcool na concentração 50% para a limpeza dos elementos. Após esses processos as lâminas foram confeccionadas e, juntamente com o auxílio de um microscópio com ocular graduada da marca Leica, obtiveram-se 75

leituras de comprimento, largura e espessura de parede de fibra, além de 25 observações de diâmetro do lúmen (IAWA, 1989). Já a determinação da espessura de parede deu-se pela diferença entre a largura e o diâmetro do lúmen sobre dois (MIRANDA et al. 2012).

As lâminas histológicas foram confeccionadas de acordo com a metodologia proposta por Johansen (1940), sendo que, os corpos de prova foram amolecidos em água à temperatura de ebulição e fixados em micrótomo de deslize para realização dos cortes histológicos. Na sequência as amostras passaram por um processo de pigmentação utilizando safranina e azul de astra para, então, serem montadas de forma permanente. Assim, partir das lâminas prontas, foram realizadas 25 observações da frequência e do diâmetro tangencial de vasos e 75 leituras para altura e largura dos raios (IAWA, 1989), todas expressas em micrômetros (Nisgoski et al. 2012). Conforme figura demonstrativa a seguir.

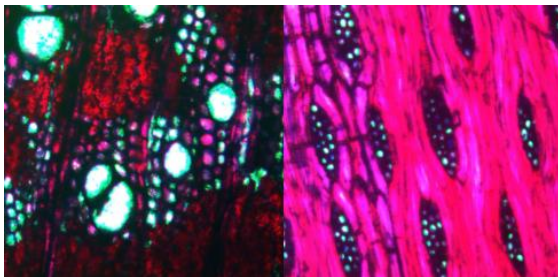


Figura 1. Imagem microscópica dos elementos anatômicos de vasos e raios.

Os dados foram submetidos à análise estatística por meio do “*Statistical Analysis System*” (SAS 2003), no qual foram realizadas análise de variância e teste de Tukey, com nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados

Os resultados obtidos para os parâmetros anatômicos resultantes das lâminas de macerado para comprimento e diâmetro de fibras, diâmetro de lúmen, espessura e fração da parede da madeira de *Handroanthus chrysotrichus*, “*in natura*” e submetida ao processo de modificação térmica, estão apresentados na Tabela 1 A; e os dados de diâmetro e frequência de vaso, altura, largura e frequência de raio, observados nessas mesmas condições para as lâminas histológicas, podem ser verificados na Tabela 1 B.

Observa-se que a aplicação do tratamento térmico resultou em alterações em todas as propriedades anatômicas estudadas. No geral, as variações entre as temperaturas e também com a testemunha foram maiores nas lâminas de macerado, enquanto nas histológicas, os resultados foram mais moderados (Tabela 1).

Para o comprimento de fibra, os maiores valores foram encontrados na testemunha, não

diferindo nas temperaturas de 180 e 210 ° C. Em relação ao diâmetro de fibra, obteve-se um valor de 17,23 µm para a testemunha, sendo que esse não diferiu estatisticamente dos resultados encontrados para 180 e 210 ° C. Ainda, para o lúmen, o valor médio foi de 10,28 µm e a semelhança verificada foi para as temperaturas de 120, 180 ° C e testemunha.

Discussão

O resultado obtido no tratamento controle para o comprimento de fibra, também foi verificado por Costa et al. (2017) para madeira de *Mimosa schomburgkii*, em que, os mesmos encontraram valor médio de 1180 µm. Marques et al. (2015) estudando as espécies de *Psychotria* spp. obtiveram para *Psychotria deflexa* um comprimento de 1170 µm demonstrando semelhança com a espécie utilizada nesse estudo.

As fibras estão relacionadas com a resistência da madeira, portanto, a redução do comprimento e diâmetro das mesmas na temperatura de 120 ° C indica que nessa faixa, o tratamento térmico poderá, por exemplo, influenciar negativamente nas propriedades mecânicas da madeira. Redução no desempenho mecânico da madeira em tratamentos com temperaturas mais baixas também foram notados no trabalho de Moura et al. (2012), analisando a influência da termorretificação nas propriedades mecânicas da madeira, discutiram que com a aplicação da temperatura o material tende a se opor a deformações elásticas.

Para as temperaturas acima de 150 ° C, o diâmetro e o comprimento das fibras aumentaram, podendo resultar numa resistência mecânica maior do material que passou por esse tratamento. Tal comportamento foi observado por Candaten et al., (2020) avaliando a madeira da mesma espécie do presente estudo quanto ao comportamento físico, mecânico e biológico sob o tratamento térmico. Os autores verificaram um aumento dessas propriedades nas temperaturas acima dessa faixa, onde discutiram que tal fator é decorrente dos estágios do processo de modificação térmica, onde até 180 ° C a degradação da estrutura química da madeira ainda é amena. Concomitantemente, Modes et al. (2017) notaram a melhoria de algumas propriedades mecânicas com a aplicação da modificação térmica, estando relacionadas à redução da umidade e higroscopicidade, que confere a madeira maior resistência a esforços mecânicos.

Os vasos estão associados com os diâmetros das células sendo que, quanto maior a sua frequência combinado com grandes diâmetros menor será a densidade, pois ocorre uma alteração do volume do material (COSTA 2001). Deste modo, percebe-se que na temperatura de 210 ° C os diâmetros diminuíram, conferindo um menor volume a madeira, e conseqüentemente reduzindo a densidade. Cademartori et al. (2015) observaram resultados semelhantes, em que, nas temperaturas

próximas a 200 ° C a densidade diminuiu. Segundo o mesmo autor essa redução dos vasos pode estar relacionada com a melhoria da estabilidade dimensional e perda da higroscopicidade que o tratamento térmico confere a madeira.

Os raios são elementos anatômicos que proporcionam o surgimento de fendas durante a secagem da madeira (Costa 2001), portanto, a redução da frequência e aumento da largura dos mesmos, com a elevação da temperatura aplicada durante o tratamento térmico, pode estar associado a estabilidade dimensional da madeira, em que a submissão a altas temperaturas, impossibilitou a visualização dos raios, causada pelo rompimento seguido de distorção dos mesmo, e desta forma não

houve espaço para o surgimento das fendas que causariam defeitos na madeira.

Quanto aos valores de espessura da parede, os mesmos não diferiram entre a testemunha e a temperatura de 180 ° C. O resultado em questão foi de 6,17 µm, similar ao encontrado por Marques et al. (2015), que no estudo de características anatômicas quantitativas de nove espécies de *Psychotria*, obtiveram espessura de 6,4 µm para *Psychotria brasiliensi*. Contudo, Freitas et al. (2017), encontraram um valor de 7,56 µm ao estudar a madeira de *Liquidambar* spp. Para *Handroanthus pulcherrimus*, Marchiori (2009) observou estruturas semelhantes para o material da testemunha, onde descreveu que as paredes são espessas a muitos espessas, em torno de 5 a 6 µm.

Tabela 1: Médias das variáveis anatômicas da madeira de *Handroanthus chrysotrichus* entre os quatro tratamentos de modificação térmica e a testemunha.

	Tratamento	Comprimento de	Diâmetro de	Diâmetro de	Espessura da	Fração parede
		fibra	fibra	lúmen	parede	
A	Testemunha	1105,42 a ¹	17,23 bc	4,45 c	6,39 a	74,28 a
	120 ° C	992,82 c	15,32 d	4,03 c	5,56 b	72,53 a
	150 ° C	1019,25 bc	19,85 a	10,28 a	4,68 c	47,53 c
	180 ° C	1158,34 a	16,46 cd	4,12 c	6,17 a	75,11 a
	210 ° C	1085,26 ab	18,20 b	7,67 b	5,19 b	56,82 b
	Tratamento	Diâmetro de vaso	Frequência de	Altura de raio	Largura de raio	Frequência de
			vaso			raio
B	Testemunha	60,06 b	11,76 b	114,27 c	34,97 ab	31,95 a
	120 ° C	68,09 a	13,88 a	131,80 b	32,16 b	27,08 b
	150 ° C	70,47 a	12,68 b	147,38 a	33,68 b	30,48 a
	180 ° C	69,27 a	10,68 c	139,75 ab	37,28 a	28,24 b
	210 ° C	55,94 b	12,40 b	107,20 c	37,76 a	26,88 b

Em que: ¹ médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O maior valor para fração parede foi proveniente da testemunha, a qual resultou em 74,28 %, sendo semelhante aos resultantes nas temperaturas de 120 e 180 ° C. Benites et al. (2015) ao estudarem 8 espécies florestais do Cerrado brasileiro obtiveram para *Myroxylon balsamum* (L) Harms um valor de fração parede, aproximado do observado no presente estudo, igual a 75,05 %.

Essa redução das médias para a fração e espessura da parede em algumas temperaturas

também foi encontrada por Awoyemi e Jones (2011) que discutiram sobre a deterioração causada nas hemiceluloses o que, provavelmente, é responsável pela redução da densidade, retratibilidade e módulo de elasticidade. Essa alteração na estrutura química do material, ligada aos parâmetros anatômicos, explica a redução ao ataque de organismos xilófagos, aumentando a durabilidade das madeiras que são submetidas a esse tratamento, conforme já abordado

na literatura em diversos trabalhos (Poubel et al. 2013; Delucis et al. 2014; Modes et al. 2017).

O comportamento anatômico da espessura e fração da parede corroborou com o observado por Ferreira et al. (2019), sendo que a redução desses elementos causa também uma diminuição da quantidade de água adsorvida, ocorrendo uma perda da umidade do material, e alterações nas propriedades químicas da madeira aumentando a cristalinidade da celulose e contribuindo nas ligações cruzadas da lignina. Essa modificação na química da madeira pode reduzir a retratibilidade do material, ou seja, diminuir a movimentação dimensional da madeira se aplicada em ambientes com diferentes teores de umidade, reduzindo a incidência de defeitos consequentes dessas situações.

Tais resultados estão diretamente ligados aos obtidos por Candaten et al., (2020) para a madeira da mesma espécie, aplicando o tratamento térmico nas em condições iguais as do presente trabalho. Esses autores observaram que as propriedades físicas e mecânicas foram amplamente afetadas nas temperaturas de 150 e 210 °C, corroborando com o comportamento observado na Tabela 1.

Conclusão

O tratamento térmico da madeira de *Handroanthus chrysotrichus* resultou em alterações nas propriedades anatômicas da madeira, sendo que as temperaturas de 150 e 180 °C se destacam quanto a degradação da estrutura anatômica.

O resultado possibilita melhor entender o comportamento anatômico da madeira submetida ao tratamento térmico, onde a literatura abordando as demais propriedades tecnológicas (física, mecânica e biológica) é vasta, e os dados obtidos auxiliam na relação com esses trabalhos e os demais que venham a ser desenvolvidos futuramente. De modo geral, conforme maior a temperatura aplicada, maiores são as degradações dos parâmetros anatômicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao programa de Iniciação Científica PIBIC-CNPq pela concessão da bolsa que incentivou na execução da presente pesquisa.

Referências

Araújo SO, Vital RB, Mendoza ZMSH, Vieira TA, Carneiro ACO (2012) Propriedades de madeiras termoretificadas de *Eucalyptus grandis* e SP. *Scientia Forestalis*, 40: 327-336.

Awoyemi, L., Jones IP (2011) Anatomical explanations for the changes in Properties of western red cedar (*Thuja plicata*) Wood during heat treatment. *Wood Science and Technology*, (45): 261-267. doi: <https://doi.org/10.1007/s00226-010-0315-9>.

Benites PKRM, Gouvêal AFG, Carvalho AMML, Silval FC (2015) Caracterização anatômica das fibras de oito espécies florestais do Cerrado de Mato Grosso do Sul para a produção de papel. *Ciência da Madeira*, 6 (2): 88-93. doi:10.12953/2177-6830/rcm.v6n2p88-93.

Bonduelle GM, Iwakiri S, Trianoski, R, Prata JG, Da Rocha VY (2015) Análise da massa específica e da retratibilidade da madeira de *Tectona grandis* nos sentidos axial e radial do tronco. *Revista Floresta*, 45 (4): 671-680. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/RF.v45i4.31991>.

Brancalion PHS, Almeida DRA, Vidal E, Molin PG, Sontag VE, Souza SEXV, Schulze MD (2018) Fake legal logging in the Brazilian Amazon. *Science Advances*, 4 (8): 1-8. doi: 10.1126 / sciadv.aat1192.

Cademartori PHG De, Missio AL, Mattos BD, Gatto DA (2015) Effect of thermal treatments on technological properties of wood from two *Eucalyptus* species. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87 (1): 471-481. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201520130121>.

Candaten L, Dalla Costa HW, Trevisan T, Eloy E, Kulczynski SM (2020) Physical-mechanical properties and biological resistance of thermally modified juvenile *Handroanthus chrysotrichus* wood. *Revista de Ciências Agrárias*, 60: 1-8.

Costa A (2001) Coletâneas de Anatomia da Madeira. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/1906259/apostila-de-anatomia-da-madeira>

Costa LJ, Lopes CBS, Reis MFC, Cândido WL, Faria BFH, Paula MO (2017) Caracterização anatômica e descrição físico-química e mecânica da madeira de *Mimosa schomburgkii*. *Floresta*, 47 (4): 383-21. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/RF.v47i4.54471>.

Delucis RA, Gatto DA, Cademartoni PHG, Missio AL, Schneid E (2014) Propriedades Físicas da Madeira Termoretificada de Quatro Folhosas. *Floresta e Ambiente*, 21 (1): 99-107. doi: <https://floram.org/doi/10.4322/floram.2014.008>.

Ferreira MD, Melo RR De, Zaque LAM, Stangerlin DM (2019) Propriedades físicas e mecânicas da madeira de angelim-pedra submetida a tratamento térmico. *Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração*, 16 (1): 3-7. doi: <http://dx.doi.org/10.4322/2176-1523.20191297>.

Franklin GL (1945) Preparation of thin sections of synthetic resins and wood: resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature*, 18 (8): 1647-1664. doi: <https://doi.org/10.1038/155051a0>

- Freitas PCE, Sette Jr CR, Castro VR, Tomazello Filho M, Chaix G, Laclau JP (2015) Efeito da disponibilidade hídrica e da aplicação de potássio e sódio nas características anatômicas do lenho juvenil de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, 39 (2): 405-416. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000200020>.
- Freitas TP, Oliveira JT Da S, Silva JGM Da, Pereira MP De CF, Ferreira JC (2017) Potencial de uso da madeira de *Liquidambar* sp. para produção de polpa celulósica e papel. *Revista de Ciências Agrárias*, 60 (4): 328-334. doi: <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rca.2510>.
- Gallio E, Santini EJ, Gatto DA, De Souza JT, Ravasi R, De Menezes WM, Floss PA, Beltrame R (2016) Caracterização Tecnológica da Madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. *Revista Scientia Agraria Paranaensis*, 15 (3): 244-250. doi:<http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n3p244-250>.
- Herrera R, Muszyńska M, Krystofiak T, Labidi J (2015) Comparative evaluation of different thermally modified wood samples finishing with UV-curable and waterborne coatings. *Applied Surface Science*, (357): 1444-1453. doi: 10.1016/j.apsusc.2015.09.259.
- IAWA COMMITTEE, 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin*, 10, 220-332.
- Marchiori, JNC (2009) Estudo anatômico da madeira de *Handroanthus pulcherrimos* (Sandwith) S. Grose. *Balduina*, (19), 10-13.
- Marques JBC, Rabelo CHCGR, Neto SJS, Cunha M (2015) Comparative wood anatomy of species of *Psychotria* L. (Rubiaceae) in Atlantic Rainforest remnants of Rio de Janeiro State. *Acta Botanica Brasílica*, 29 (3): 433-444. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/010233062015abb0006>.
- Modes KS, Santini EJ, Vivian MA, Haselein CR (2017) Efeito da termorretificação nas propriedades mecânicas das madeiras de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*. *Ciência Florestal*, 27 (1): 291-302. doi: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/26467>.
- Moura LF De, Brito JÁ, Bortoletto Jr G (2012) Efeitos da termorretificação na perda de massa e propriedades mecânicas de *Eucalyptus grandis* e *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis*. *Floresta*, 42 (2): 305 – 314. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v42i2.17635>
- Nisgoski S, Muñoz GIB, França RF, Batista FRR (2012) Anatomia do lenho carbonizado de *Copaifera* cf. *langsdorfii* Desf. e *Dipteryx odorata* (Aubl.) Wild. *Ciência da Madeira*, 3 (2): 66-79.
- Poubel DS, Garcia RA, Santos WA, Oliveira GL, Abreu HS (2013) Effect of the heat treatment on physical and chemical properties of *Pinus caribaea* wood. *Cernes*, 19 (3): 391-398. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602013000300005>.
- San HP, Long LK, Zhang CZ, Hui TC, Seng WY, Lin FS, Hun AT, Fong WK (2016) Anatomical Features, Fiber Morphological, Physical and Mechanical Properties of Three Years Old New Hybrid Paulownia: Green Paulownia. *Journal of Forestry Research*, 10: 30-35. doi: <http://dx.doi.org/10.3923/rjf.2016.30.35>
- SAS Learning Edition, 2003. Getting started with the SAS Learning Edition.
- Severo ETD, Calonego FW, Sansígolo CA, Bond B (2016) Changes in the Chemical Composition and Decay Resistance of Thermally-Modified *Hevea brasiliensis* Wood. *Public Library of Science (PLOS)*, 11 (3): 1-10. doi: 10.1371/journal.pone.0151353.
- Talgatti M, Silveira AG, Baldin T, Oliveira LH, Santini EJ, Pasa DL (2019) Caracterização anatômica de clones comerciais de *Eucalyptus* para a produção de papel. *Biofix Scientific Journal*, 5 (1): 65-21. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v5i1.67625>.
- Teixeira SM, Urbinati CV, Lopes ACL, Macedo E, Sá JAS, Freire MS, Souza FIB (2017) Descrição macroscópica de madeiras comercializadas pelo nome vernacular de ipê: um estudo de caso. *Famazon*. Disponível em: <https://proceedings.science/famazon/papers/descricao-macroscopicademadeirascomercializadaspelonome-vernacular-de-ipe%3A-um-estudo-de-caso>
- Yalcin M, Sahin HI (2015) Changes in the chemical structure and decay resistance of heat-treated narrow leaved ash wood. *Maderas. Ciencia y Tecnologia*, 7 (2): 435-446. doi: 10.4067/S0718-221X2015005000040.